



⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 19 919 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 196 19 919.0
㉑ Anmeldetag: 17. 5. 96
㉒ Offenlegungstag: 14. 8. 97

⑤① Int. Cl.⁸:
C 03 B 5/04
C 03 B 5/235
F 23 N 1/02
F 27 B 14/20
F 27 D 7/00
C 03 B 7/06
C 03 B 5/24

DE 196 19 919 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

㉓ **Anmelder:**
Beteiligungen Sorg GmbH & Co KG, 97816 Lohr, DE

㉔ **Vertreter:**
Zapfe, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 63150 Heusenstamm

㉕ **Erfinder:**
Pieper, Helmut, Dipl.-Ing., 97816 Lohr, DE; Krejci,
Heinrich, 97828 Marktheidenfeld, DE

⑤⑥ **Entgegenhaltungen:**

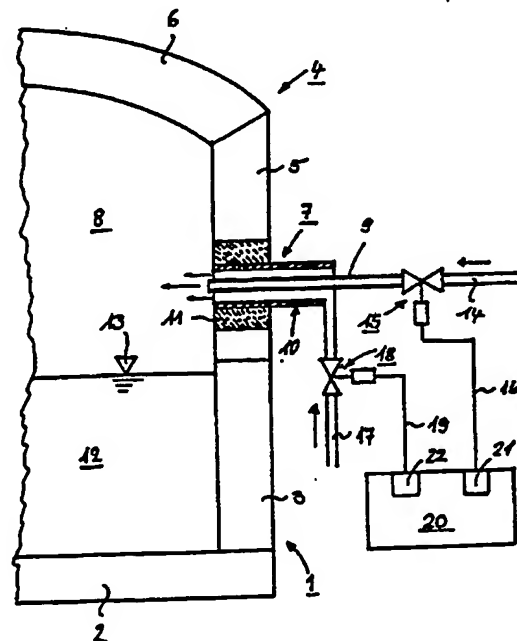
DE 42 22 863 A1
DE 42 18 702 A1
DE 40 14 508 A1
US 53 46 524
US 51 58 590

US 51 58 590
EP 04 47 300 A1
Am.Ceram.Soc.Bull. 73/2, Feb.1994, S.33-37;
HVG-Mitteilung Nr.1173, Aug.3/71, S.1-16, Vortrag v.
R.Meister im Fachausschuß II der DGG
am 2.April 1971 in Frankfurt/Main;
HVG-Mitteilung Nr.1847, S.1847-1 bis 1847-16,
Vortrag v. R.Beerken im Fachausschuß VI der DGG
am 19.Okt.1994 in Würzburg;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Verfahren zum Beheizen von Schmelzöfen und Brenneranordnung hierfür**

⑤⑦ Eine Glasschmelze (12) wird in einem Gefäß aus der Gruppe Schmelzwanne (1), Arbeitswanne und Speiser mittels pulsierend in einen Feuerraum (8) eingeleiteter Brennstoffe und Oxidationsgase mit mindestens 50 Vol.-% Sauerstoff beheizt, wobei die Mengenintegrale von Brennstoff und Oxidationsgas in bezug auf den Feuerraum (8) zumindest im wesentlichen stöchiometrischen Verhältnissen entsprechen. Zwecks Beeinflussung der Flammenlänge, Vermeidung örtlicher Überhitzungen und zur Reduzierung von Stickoxiden in den Abgasen werden sowohl die Brennstoffe als auch die Oxidationsgase unabhängig voneinander pulsierend zugeführt, wobei die Impulsfolgen zeitlich gegeneinander verschoben sind. Vorzugsweise besteht das Oxidationsgas zu mindestens 80 Vol.-% aus Sauerstoff und ist besonders bevorzugt technisch reiner Sauerstoff.



DE 196 19 919 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 97 702 033/503

10,



BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beheizen einer Glasschmelze in einem von der Glasschmelze durchströmten Gefäß aus der Gruppe Schmelzwanne, Arbeitswanne und Speiser mittels pulsierend in einen Feuerraum eingeleiteter Brennstoffe und Oxidationsgase mit mindestens 50 Vol.-% Sauerstoff, wobei die Mengenintegrale von Brennstoff und Oxidationsgas in Bezug auf den Feuerraum zumindest im wesentlichen stöchiometrischen Verhältnissen entsprechen.

Das Oxidationsgas kommt bei Glas-Schmelzöfen üblicherweise aus sogenannten Regeneratoren, durch die alternierend mit dem Oxidationsgas die Ofenabgase geleitet werden, um einen Teil der Abgaswärme zurück zu gewinnen. Das Oxidationsgas ist also sehr stark aufgeheizt und kann in der Regel nicht Brennern zugeführt werden, in denen es mit Brennstoff gemischt würde.

Die gestiegenen Anforderungen an die Reinhaltung der Luft und die zunehmend herabgesetzten Grenzwerte für die Emission von NO_x verlangen insbesondere in der Glasindustrie erhebliche Entwicklungsanstrengungen um die NO_x -Anteile in den Verbrennungsgasen von Glas-Schmelzöfen zu reduzieren.

Beim Schmelzen von Glas handelt es sich um einen Hochtemperaturprozeß, bei dem das Glas und die Glasbildner relativ hohe Temperaturen erreichen müssen. Dies zwingt dazu, daß die Temperaturen über der Glasschmelze sowohl in der Flamme als auch im Ofen um mehrere 100°C über den Temperaturen der Glasschmelze liegen müssen. Dies führt zwangsläufig zur Bildung von Stickoxiden, und zwar insbesondere dann, wenn die Verbrennungslufttemperaturen sehr hoch sind, wie dies bei sogenannten Regenerativwannen üblich ist.

Die größte Zahl der Glas-Schmelzöfen, die derzeit in Betrieb sind, sind derartige Regenerativwannen, so daß hierbei große Anstrengungen unternommen werden müssen, um die NO_x -Emissionen zu reduzieren. Die Hauptursache für die Bildung von Stickoxiden ist die Anwesenheit von Stickstoff innerhalb des Glas-Schmelzofens.

Durch eine ganze Anzahl von Primärmaßnahmen, wie Abdichtung des Dog-Houses, Abdichtung des Brennermundes und die Reduzierung der Luftzahl auf ein Mindestmaß sowie durch eine Abdichtung des Glas-Schmelzofens gegen Falschluf ist es bereits gelungen, die NO_x -Werte erheblich zu reduzieren.

Dennoch war es bisher nicht möglich, die Forderung nach einem Grenzwert, der in Zukunft bei 500 mg/Nm^3 bei 8% Sauerstoff liegen wird, bei Regenerativwannen zu erfüllen, ohne daß erhebliche CO -Konzentrationen im Abgas auftreten.

Durch die DE 42 18 702 C2 und die DE 42 22 863 C2 ist es bekannt, eine unterstöchiometrische und eine überstöchiometrisch gespeiste Flamme, die beide im Flammenkern relativ kalt sind, parallel zueinander anzuordnen, wobei der Ausgleich der Stöchiometrie-Differenzen sich im späteren Verlauf des Ausbrandes ergibt. Diese Methode hat sich durchaus als brauchbar erwiesen, reicht jedoch allein nicht aus, um zusammen mit den genannten Primärmaßnahmen den genannten Grenzwert ständig einzuhalten. Außerdem werden hierbei in enger Nachbarschaft jeweils zwei Brenner benötigt, die kontinuierlich betrieben werden.

Durch die DE 40 14 506 C2 ist es bekannt, den Massenstrom von Verbrennungsgasen eines unstetig betriebenen Brenners bei Tunnelöfen zu modulieren, um den

Wärmeübergang auf das Brenngut zu verbessern und die Reichweite der von dem Brenner ausgehenden Flamme zu variieren. Hierbei wird jedoch sowohl das Brenngas als auch das Oxidationsgas moduliert. Eine Veränderung der stöchiometrischen Verhältnisse ist ebenso wenig angesprochen, wie eine Verminderung der NO_x -Werte im Abgas. Die Veränderung des Massenstromes um einen Mittelwert herum erfolgt dabei nach Art einer Sinus-Kurve, d. h. die einzelnen Impulse haben eine nur geringe Flankensteilheit. Die Modulation der Brenngasmenge wird durch elektronisch gesteuerte Stellventile erreicht, die Modulation des Oxidationsgases durch drehzahlgeregelte Verdichter. Die Drehzahländerung der Verdichter verläuft aufgrund von deren Massenträgheit entsprechend langsam, wodurch sich der vorstehend beschriebene sinusförmige Verlauf der Modulationen erklärt.

Durch die EP 0447 300 B1 und die ihr entsprechende US 5 158 590 C ist es gleichfalls nur bekannt, die Mengen von Oxidationsgas und Brenngas gleichzeitig zu verändern, um eine pulsierende Verbrennung zu erreichen. Dies soll dazu dienen, die Reichweite der Flammen zu verändern und mechanische Impulse auf Materialien auszuüben, die auf der Glasschmelze schwimmen, wie beispielsweise Beschickungsgut oder Schaum. Es wird angegeben, daß durch die pulsierende Verbrennung auch die Menge der Stickoxide in den Abgasen verringert werden kann, wobei allerdings eine Veränderung der stöchiometrischen Verhältnisse nicht angesprochen wird. Die Taktzeit soll 60 Sekunden betragen, wovon die Brenndauer zwischen 20 und 40 Sekunden und die Pausendauer zwischen 10 und 20 Sekunden liegen soll. Um die Beheizung nicht zu unterbrechen, werden zwei gegenüberliegende Brenner innerhalb der Taktzeiten alternierend betrieben.

In letzter Zeit werden erhebliche Anstrengungen unternommen, die Stickoxidbildung dadurch zu verringern, daß man Glasschmelzöfen mit Oxidationsgasen versorgt, die einen deutlich geringeren Stickstoffanteil und einen deutlich größeren Sauerstoffanteil als Luft besitzen und beispielsweise 50 bis 100 Volumensprozent an Sauerstoff enthalten. Dadurch können auch die Ofenabmessungen und die Wärmeverluste durch die Abgase verringert werden. Dies führt jedoch ohne besondere Maßnahmen nicht uneingeschränkt zu Vorteilen.

Zunehmende Sauerstoffanteile im Oxidationsgas führen zu einer Verkürzung der Flammen und dadurch zu einer hohen Energiekonzentration mit höheren Temperaturen im Flammenbereich, die wiederum die Bildung von Stickoxiden begünstigen, da die Anwesenheit von Stickstoff auch bei bester Abdichtung des Ofens nie ganz zu vermeiden ist, zumal wenn, wie beim Einsatz von Erdgas, erhebliche Mengen von Stickstoff im Brennstoff vorhanden sind.

Durch die HVG-Mitteilung Nr. 1173, August 3171, Seiten 1 bis 16, "Ergebnisse eines Versuchs mit O_2 -Zusatz zur Verbrennung an einer U-Flammenwanne", basierend auf einem Vortrag von R. Meister im Fachauschuß II der DGG am 20. April 1971 in Frankfurt am Main, ist es bekannt, die Schmelzleistung von Glasöfen durch erhöhten Sauerstoffanteil im Oxidationsgas zu vergrößern, wobei auch die Ausbreitung der Flammen verbessert wird. Die alternierende Umsteuerung von Oxidationsgas und Brennstoff (Öl) von einer Ofenseite auf die andere, die bekanntermaßen im Minutenabstand erfolgt und dabei nicht als Pulsationsbetrieb bezeichnet werden kann, geschieht durch sogenannte Schnellschlußventile und synchron, d. h. Oxidationsgas- und



Brennstoffschübe von verhältnismäßig sehr langer Dauer werden einer Ofenseite stets gleichzeitig zugeführt (Seite 4, Absatz 3), wodurch das damals nicht in dem heutigen Umfange bestehende Problem heißer Flammen und der Bildung hoher NO_x -Anteile im Abgas nicht gelöst werden kann.

Durch die HVG-Mitteilung Nr. 1847, Seiten 1847-1 bis 1847-16, "Sauerstoff-Erdgasbefeuerung für Glasschmelzöfen — Erfahrungen aus der Praxis", basierend auf einem Vortrag von R. Berkens im Fachausschuß VI der DGG am 19. Oktober 1994 in Würzburg, ist es bekannt, daß bei Sauerstoffanwendung eine hohe thermische Belastung der Feuerfestmaterialien, insbesondere des Gewölbes -und des Brennermauls und angrenzender Wandteile des Ofens durch die sehr kurze und wenig leuchtende Flamme auftritt. Es wird daher dort auch vorgeschlagen, nur einen Teil des Sauerstoffs koaxial zur Flamme und den übrigen Teil des Sauerstoffs an weiter entfernten Stellen in den Feuerraum des Ofens einzuleiten, wodurch örtlich Zonen mit unterstöchiometrischer und Zonen mit überstöchiometrischer Verbrennung gebildet werden. Durch den Ausbrand über die Flammenlänge ergibt sich letztendlich eine stöchiometrische Verbrennung. Die Flammenlänge ist aber auch hierbei noch unbefriedigend, und der Verfasser gibt an, daß noch eine weitere Reduzierung der Stickoxidbildung nötig und möglich ist. Ferner ist das Problem der örtlichen Überhitzung der Glasschmelze und das Ausdampfen von Glaskomponenten bei bestimmten Gläsern, beispielsweise von NaOH bei Natronkalkgläsern nicht gelöst.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Beheizungsverfahren der eingangs beschriebenen Gattung anzugeben, bei dem die Bildung von Stickoxiden noch weiter verringert wird, ohne daß dadurch die CO -Konzentrationen im Abgas ansteigen, und bei dem die Flammenlänge zwecks besserer Energieverteilung und der Gefahr örtlicher Überhitzungen deutlich vergrößert wird.

Die Lösung der gestellten Aufgabe erfolgt bei dem eingangs angegebenen Beheizungsverfahren erfindungsgemäß dadurch, daß sowohl die Brennstoffe als auch die Oxidationsgase unabhängig voneinander pulsierend zugeführt werden, wobei die Impulsfolgen zeitlich gegeneinander verschoben sind.

Der Kern der Erfindung besteht also darin, daß dem Feuerraum über- und unterstöchiometrische Gasstöße im zeitlichen Wechsel zugeführt werden. Mit der Taktfrequenz wechseln sich Perioden von Brennstoffüberschuß und Brennstoffunterschluß ständig ab. Im Idealfall entstehen pulsierende Flammen, die in dem Augenblick, in dem sie brennen, sehr stark unterstöchiometrisch arbeiten, was zu einer sehr starken Reduzierung der NO_x -Bildung führt. Das dabei unverbrannt gebliebene Gas mischt sich mit dem im Feuerraum befindlichen Oxidationsgas aus der Zeit, in der kein Brenngas in den Glasschmelzöfen eingebracht wurde. Die Taktzeit ist dabei so einzustellen, daß gerade eben keine nennenswerten Mengen an CO im Abgaskanal gemessen werden.

Die Flammenlänge nimmt dabei erheblich zu, so daß eine bessere Reichweite, Energieverteilung und -ausnutzung eintreten und die Glasschmelze und Feuerfestbauteile des Ofens örtlich weniger stark thermisch belastet sind.

Es ist daher mit besonderem Vorteil möglich, ein Oxidationsgas mit mindestens 80 Vol.-% Sauerstoff, insbesondere technisch reinen Sauerstoff zu verwenden, ohne daß sich die Verhältnisse wieder verschlechtern.

Es ist dabei besonders vorteilhaft, wenn:

- innerhalb einer Taktzeit der Brennstoffzufuhr, das Verhältnis von Impulszeit zu Pausenzeit einstellbar ist,
- innerhalb einer Taktzeit der Oxidationsgaszufuhr das Verhältnis vom Impulszeit zu Pausenzeit einstellbar ist,
- die Frequenz der Brennstoff- und der Oxidationsgasimpulse zwischen 0,1 und 20 Hz gewählt wird, insbesondere wenn die Frequenz der Brennstoff- und der Oxidationsgasimpulse zwischen 1 und 10 Hz gewählt wird, und wenn
- die zeitliche Verschiebung der Impulsfolgen von Brennstoff und Oxidationsgas einstellbar ist.

Wird die Taktzeit zu lang gewählt, dann würden sich ständig ein Überschuß eines der Gase mit einem Überschuß des jeweils anderen Gases abwechseln. Wird die Taktzeit zu kurz gewählt dann durchläuft die Flammenbildung zu oft den stöchiometrischen Bereich, was wiederum zu einem Anstieg des NO_x -Gehaltes führt.

Da die Feuerräume bzw. Ofenräume unterschiedliche Geometrien haben und sich auch unterschiedliche Gasmengen durch die Flammenwege ergeben und unterschiedliche Gasmengen durchgesetzt werden, muß die Taktzeit für jede Geometrie eines Feuerraums empirisch ermittelt werden.

Es ist dabei weiterhin von Vorteil, wenn die Steilheit der Flanken der Gasimpulse größtmöglich gewählt wird. Dadurch wird der Betrieb der Flammen im stöchiometrischen Bereich auf ein Mindestmaß verringert. Auf die hierfür vorgeschlagenen Mittel wird weiter unten noch eingegangen werden.

Es ist nicht unbedingt erforderlich, daß die Zufuhr von Oxidations- und Brenngas vollständig unterbrochen wird, um einen nicht-stöchiometrischen Betrieb der Flammen zu ermöglichen; es reicht hierfür aus, die Zufuhr der Gase alternierend erheblich zu drosseln, um nicht-stöchiometrische Mischungsverhältnisse zu erzeugen. Es ist jedoch besonders vorteilhaft, wenn die Zufuhr der Gase intermittierend vollständig unterbrochen wird.

Durch die Verschiebung der Impulszeiten gegenüber den Pausenzeiten wird eine optimale Betriebsweise ermöglicht. Während der Impulszeiten einerseits und der Pausenzeiten andererseits sind die Gasgeschwindigkeiten im Feuerraum sehr unterschiedlich. Während der Pausenzeiten für die Brennstoffzufuhr wird nur Oxidationsgas in den Feuerraum geleitet, wobei die Strömungsgeschwindigkeit relativ niedrig ist. In dem Augenblick, in dem ein Verbrennungsimpuls einsetzt, ergibt sich eine sehr starke Volumensvergrößerung und damit eine sehr viel höhere Strömungsgeschwindigkeit der Gase im Feuerraum. Durch entsprechende Anpassung der Verhältnisse von Impulszeiten zu Pausenzeiten können die Brennbedingungen den Feuerraumbedingungen angepaßt werden, um eine maximale Herabsetzung des NO_x -Gehalts in den Abgasen zu gewährleisten.

Zusätzlich zur Minimierung der NO_x -Emission ist auch die Möglichkeit gegeben, die Flamme bei unterschiedlichem Energiebedarf des Glas-Schmelzofens, d. h. bei unterschiedlichen Durchsätzen an Glasmengen, in ihrer Länge konstant zu halten. Dies geschieht dadurch, daß bei schwankender Last das Verhältnis der Impulszeiten zu den Pausenzeiten derart variiert wird, daß die während der Impulszeiten durchgesetzte Menge an Brennstoff pro Zeiteinheit konstant bleibt.



Hiermit ist der Vorteil verbunden, daß die Flammengänge auf einfache Weise den Erfordernissen im Feuerraum angepaßt werden kann, d. h. die Ausbrandzone der Flamme kann an eine Stelle gelegt werden, an der sie erwünscht ist und wo die höchste Temperatur im Glas-Schmelzofen erreicht werden soll.

Die Maßnahmen und Mittel zur Veränderung der Verhältnisse von Impulszeiten zu Pausenzeiten werden weiter unten noch im einzelnen beschrieben.

Die Erfindung betrifft auch eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens mit einem Brennraum mit Brennern und/oder Lanzen und Leitungen für die Zufuhr von Brennstoffen und Oxidationsgasen zu den Brennern und/oder Lanzen und mit in den Leitungen angeordneten Ventilen, die an eine Steuerschaltung zum impulsförmigen Öffnen und Schließen der Ventile angeschlossen sind.

Zur Lösung der gleichen Aufgabe ist eine solche Vorrichtung erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung einstellbare Signalgeber besitzt, durch die die Taktzeit, die Impulszeit, die Pausenzeit und die Zeitfolge der Impulse für die Brennstoffe und die Oxidationsgase unabhängig voneinander einstellbar sind.

Zwei Ausführungsbeispiele von Anordnungen für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden nachstehend anhand der Fig. 1 bis 5 in sehr schematischer Weise näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen teilweisen Vertikalschnitt durch einen Glasschmelzofen und einen Brenner sowie eine Steuerschaltung für die Gasversorgung,

Fig. 2 einen teilweisen Horizontalschnitt durch eine Seitenwand eines Ofenoberbaus und durch die Achsen von Brennern und Lanzen sowie eine Steuerschaltung für die Gasversorgung und

Fig. 3, 4 und 5 Impulsfolgen der Zufuhr von Brenn- und Oxidationsgasen.

In Fig. 1 ist eine Wanne 1 mit einem Boden 2 und einer Seitenwand 3 dargestellt, auf der ein Ofenoberbau 4 mit einer Seitenwand 5 und einem Gewölbe 6 ruht. In der Seitenwand 5 ist eine Reihe von Brennern 7 angeordnet, von denen nur einer sichtbar ist, und die in einen Feuerraum 8 münden. Die Brenner 7 sind als Koaxialbrenner ausgeführt, d. h. ein Zentralrohr 9 für Brenngas ist konzentrisch von einem Außenrohr 10 für die Zufuhr von Oxidationsgas umgeben. Der Brenner 7 ist in einem Düsenstein 11 angeordnet. Eine Glasschmelze 12 reicht bis zu einem Schmelzenspiegel 13. Es können bei dem erfindungsgemäßen Verfahren aber auch andere Brennerbauarten eingesetzt werden.

In einer Brenngasleitung 14, die zum Zentralrohr 9 führt, ist ein Ventil 15 angeordnet, das über eine Steuerleitung 16 mit einer Steuerschaltung 20 verbunden ist. In einer Oxidationsgasleitung 17, die zum Außenrohr 10 führt, ist ein weiteres Ventil 18 angeordnet, das über eine Steuerleitung 19 mit der Steuerschaltung 20 verbunden ist.

Die Steuerschaltung besitzt einstellbare Signalgeber 21 und 22 für die Ansteuerung der Ventile 15 und 18, und zwar hinsichtlich der Taktzeit, der Impulszeit, der Pausenzeit und der Zeitfolge für die Impulse der Brenngase und der Oxidationsgase. Durch alternierendes impulsweises Öffnen der Ventile 15 und 18 läßt sich der gewünschte Pulsationsbetrieb der Brenner 7 erreichen.

In Fig. 2 ist in ein- und derselben Seitenwand 5 des Ofenoberbaus 4 eine alternierende Reihe von Brennern 25 und Lanzen 23 angeordnet, letztere für die Zufuhr

von Oxidationsgas. Sämtliche Brenner 25 sind parallel an eine gemeinsame Brenngasleitung 24 angeschlossen, sämtliche Lanzen 23 an eine gemeinsame Oxidationsgasleitung 27. Die Ventile 15 für das Brenngas sind über eine gemeinsame Steuerleitung 26 an die Steuerschaltung 30 angeschlossen. Die Ventile 18 für das Oxidationsgas sind über eine gemeinsame Steuerleitung 29 an die Steuerschaltung 30 angeschlossen, die — wie in Fig. 1 — entsprechende Signalgeber 31 und 32 mit analogen Funktionen besitzt.

Die Brenner 25 können den Brennern 7 in Fig. 1 entsprechen. In diesem Fall müßten die Brenner 25 noch über — nicht dargestellte — Abzweigleitungen für Teilmengen des Oxidationsgases zusätzlich an die Oxidationsgasleitung 27 angeschlossen werden. Die Summe aller Teilmengen des Oxidationsgases entspricht dann in Bezug auf den Feuerraum 28 dem stöchiometrischen Verhältnis. Durch alternierendes impulsweises Öffnen der Ventile 15 und 18 läßt sich auch hier der Pulsationsbetrieb von Brennern 25 und Lanzen 23 erreichen.

In den Fig. 3, 4 und 5 ist auf den Abszissen maßstablos die Zeit "t" aufgetragen, auf den Ordinaten sind die Mengen M_1 für das Brenngas und die Mengen M_2 für das Oxidationsgas bzw. die Summe der Teilmengen an Oxidationsgas aufgetragen. Die Mengen werden im wesentlichen durch die Ventilquerschnitte und die Druck- und Strömungsverhältnisse in den Leitungen bestimmt, die Lagen der idealisiert dargestellten Impulsflanken durch die Signalgeber 21 und 22 bzw. 31 und 32 bzw. deren variable Einstellungen. In Fig. 3 sind die Taktzeit "T", die Impulsdauer "T_i" und die Pausendauer "T_p" dargestellt. Die Begriffe gelten für alle Diagramme.

Bei dem Beispiel nach Fig. 3 sind Impulsdauer und Pausendauer gleich lang, und die Impulse für das Brenngas und das Oxidationsgas sind genau zeitlich versetzt. Bei dem Beispiel nach Fig. 4 überwiegt die Impulsdauer der Brenngasimpulse gegenüber der Pausendauer, und die gleichlangen Impulse für das Oxidationsgas überschneiden sich teilweise mit den Impulsen für das Brenngas.

Bei dem Beispiel nach Fig. 5 ist die Impulsdauer für das Brenngas kürzer als die Pausendauer. Das Gleiche gilt für die Impulsdauer für das Oxidationsgas, und dessen Impulse liegen mit beiderseitigen Abständen zwischen den Impulsen für das Brenngas.

Fig. 5 zeigt noch eine weitere Variationsmöglichkeit: Die Mengen M_1 für das Brenngas und M_2 für das Oxidationsgas müssen nicht auf Null zurückgenommen werden, sondern können den strichpunktierten Linien 33 bzw. 34 entsprechen, so daß Mengendifferenzen ΔM_1 und ΔM_2 gebildet werden. Diese können durch By-pass-Ventile 35 und 36 eingestellt werden, die in Fig. 5 nur teilweise eingezeichnet sind, aber für alle Abzweigleitungen gelten, die von der Brenngasleitung 24 und der Oxidationsgasleitung 27 zu den Brennern 25 bzw. zu den Lanzen 23 führen.

Die Fig. 3 bis 5 zeigen, in welcher Weise die Brennbedingungen im Feuerraum 8 bzw. 28 eingestellt werden können, um die erfindungsgemäße Aufgabe zu lösen die Ventile 15 und 18 können als Magnetventile mit schnellem Schaltverhalten ausgebildet sein, da bei Oxidationsgasen mit einem höheren Sauerstoffanteil als Luft wesentlich kleinere Gas Mengen benötigt werden. Es sind jedoch auch mechanisch steuerbare Ventile einsetzbar, die kontinuierlich angetrieben werden und pulsierende Gasströme erzeugen.

An die Stelle der Brenngase können jedoch flüssige Brennstoffe treten, die mit bekannten Maßnahmen und



Mitteln zerstäubt werden, oder staubförmige Brennstoffe, wobei die Brennstoffströme in analoger Weise pulsierend gesteuert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beheizen einer Glasschmelze (12) in einem von der Glasschmelze durchströmten Gefäß aus der Gruppe Schmelzwanne (1), Arbeitswanne und Speiser mittels pulsierend in einen Feuerraum (8, 28) eingeleiteter Brennstoffe und Oxidationsgase mit mindestens 50 Vol.-% Sauerstoff, wobei die Mengenintegrale von Brennstoff und Oxidationsgas in Bezug auf den Feuerraum (8, 28) zumindest im wesentlichen stöchiometrischen Verhältnissen entsprechen, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl die Brennstoffe als auch die Oxidationsgase unabhängig voneinander pulsierend zugeführt werden, wobei die Impulsfolgen zeitlich gegeneinander verschoben sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Oxidationsgas zu mindestens 80 Vol.-% aus Sauerstoff besteht.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Oxidationsgas technisch reiner Sauerstoff ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb einer Taktzeit "T" der Brennstoffzufuhr, das Verhältnis von Impulszeit "T_i" zu Pausenzeit "T_p" einstellbar ist.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb einer Taktzeit "T" der Oxidationsgaszufuhr das Verhältnis von Impulszeit "T_i" zu Pausenzeit "T_p" einstellbar ist.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz der Brennstoff- und der Oxidationsgasimpulse zwischen 0,1 und 20 Hz gewählt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz der Brennstoff- und der Oxidationsgasimpulse zwischen 1 und 10 Hz gewählt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zeitliche Verschiebung der Impulsfolgen von Brennstoff und Oxidationsgas einstellbar ist.
9. Verfahren nach Anspruch 1 unter Verwendung eines Koaxialbrenners (7) mit einem Zentralrohr (9) für die Zufuhr eines gasförmigen Brennstoffs und einem Außenrohr (10) für die Zufuhr des Oxidationsgases, dadurch gekennzeichnet, daß die Impulsfolgen des Brennstoffs und des Oxidationsgases zumindest im wesentlichen alternierend eingestellt werden.
10. Verfahren nach Anspruch 1 unter Verwendung einer alternierenden Reihenanordnung von Brennern (7, 25) und Lanzen (23) für die Zufuhr des Oxidationsgases, dadurch gekennzeichnet, daß die Impulsfolgen des Brennstoffs und des Oxidationsgases zumindest im wesentlichen alternierend eingestellt werden.
11. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit Leitungen (14, 17; 24, 27) für die Zufuhr von Brennstoffen und Oxidationsgasen zum Brennraum (8, 28) und mit den Leitungen (14, 17; 24, 27) zugeordneten Ventilen (15, 18), die an eine Steuerschaltung (20, 30) zum impulsförmigen Öffnen und Schließen der Ventile (15, 18) ange-

schlossen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (20, 30) einstellbare Signalgeber (21, 22; 31, 32) besitzt, durch die die Taktzeit "T", die Impulsdauer "T_i", die Pausendauer "T_p" und die Zeitfolge der Impulse für Brennstoffe und Oxidationsgase unabhängig voneinander einstellbar sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



- Leerseite -

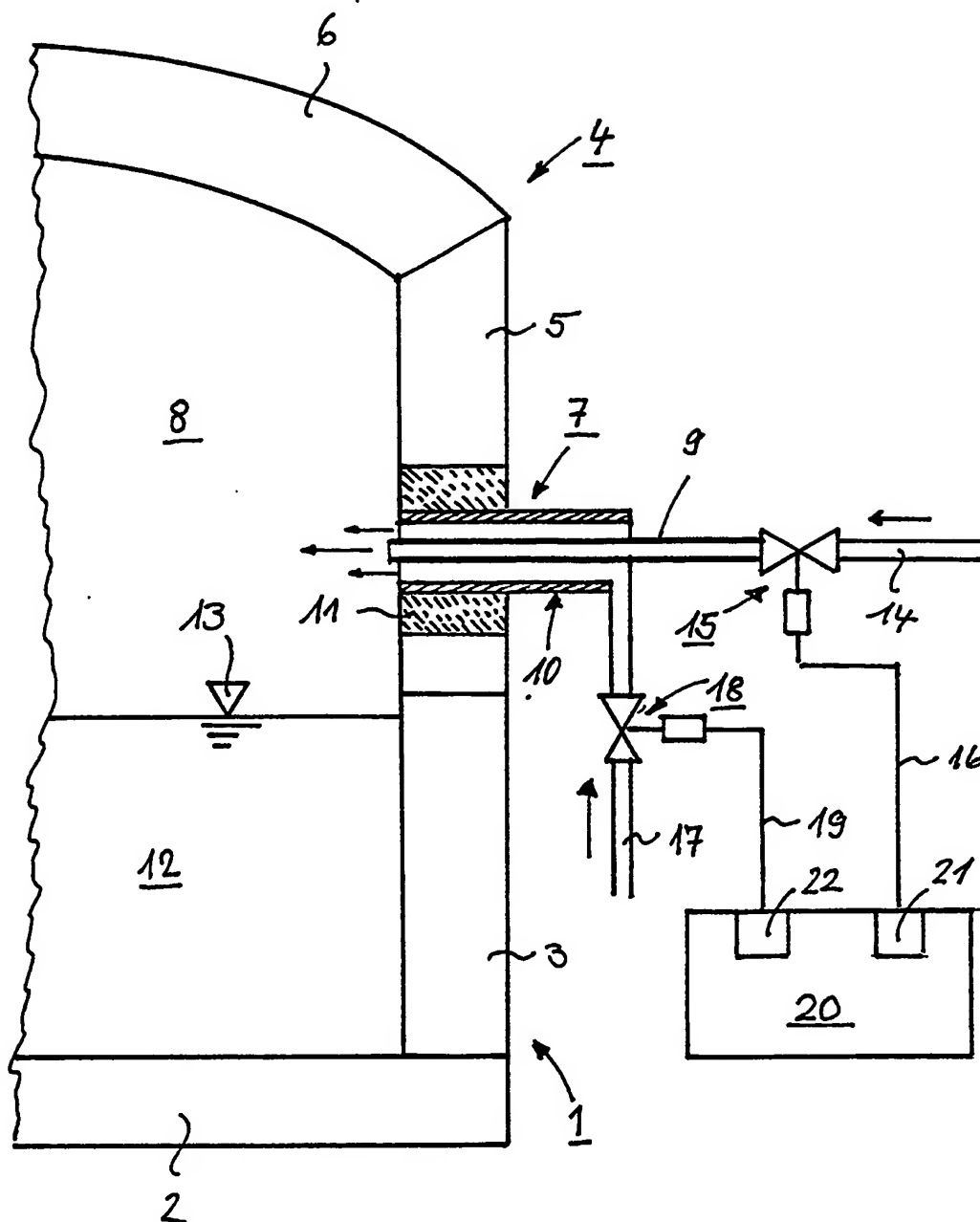
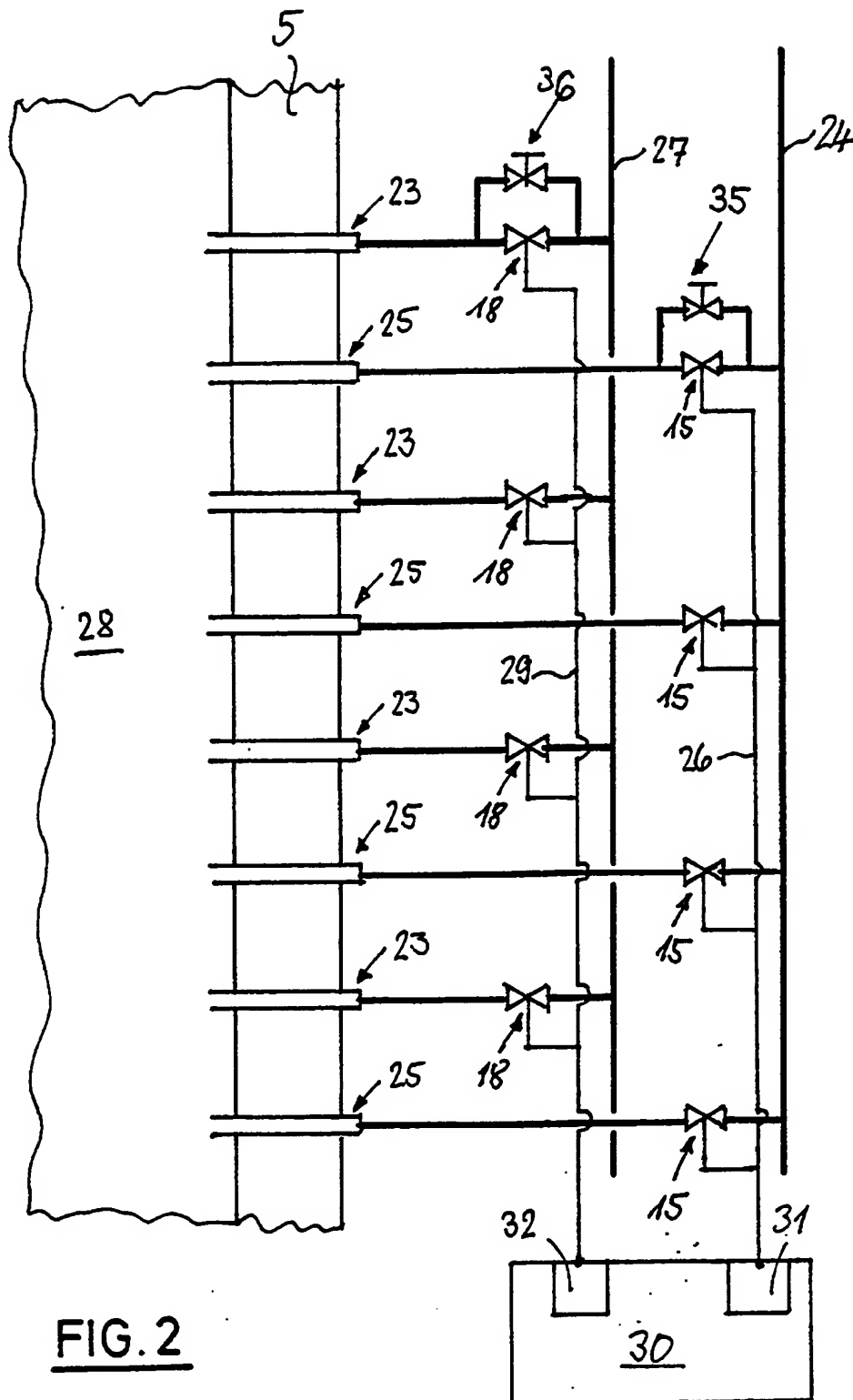
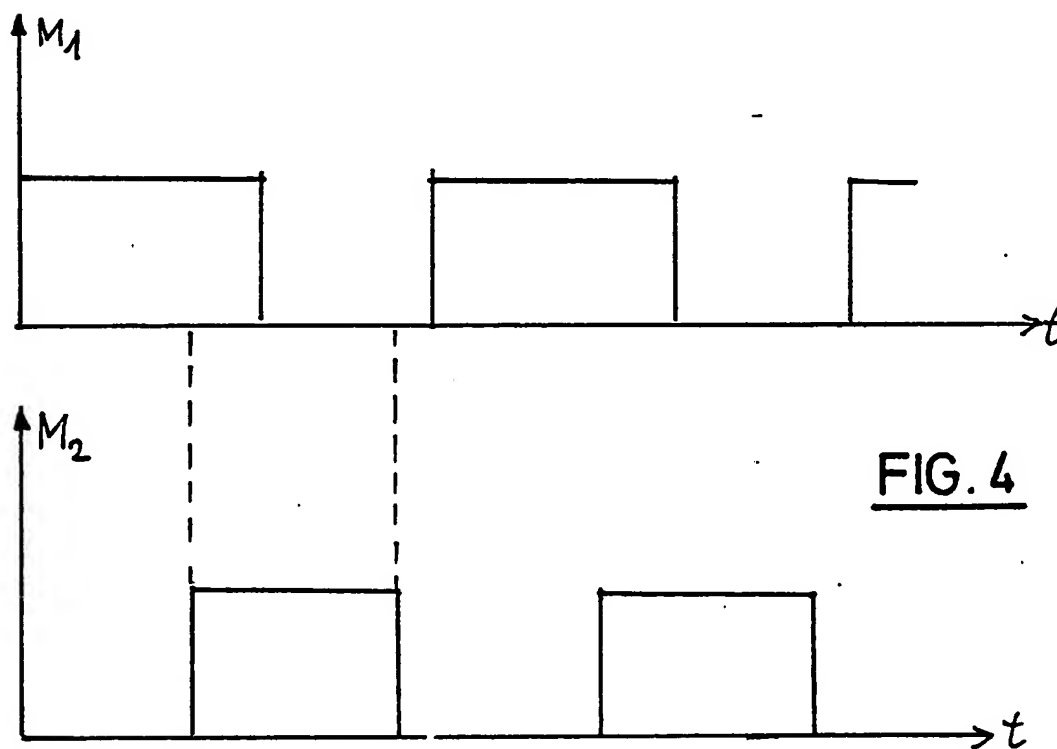
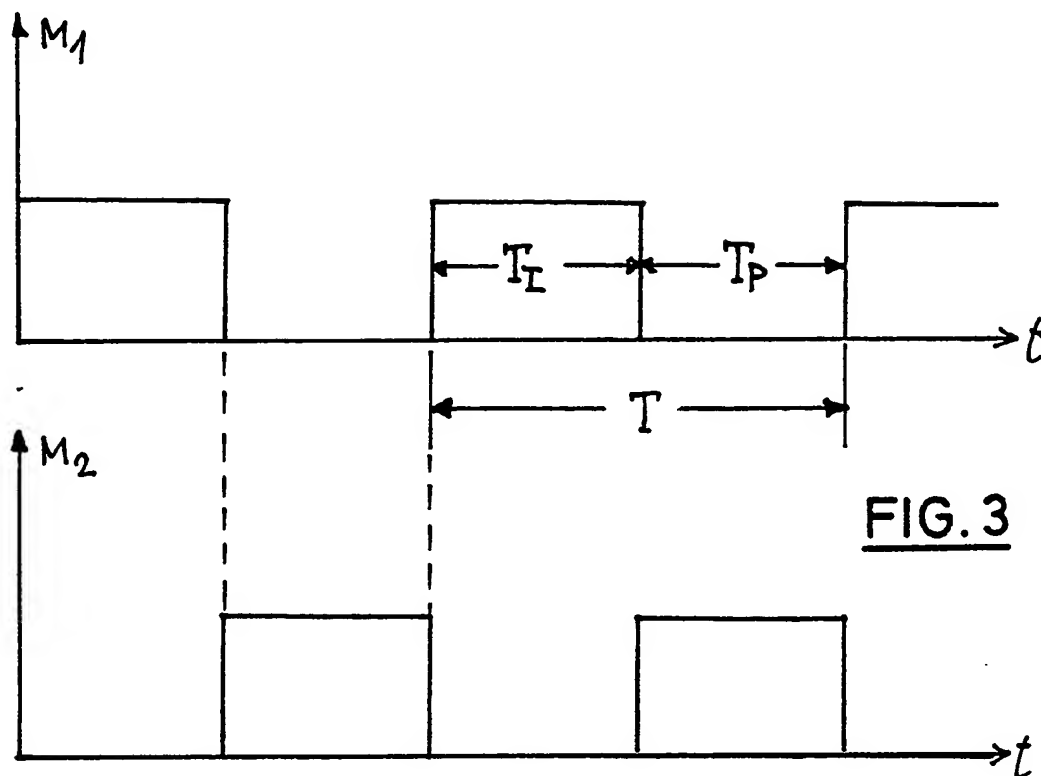
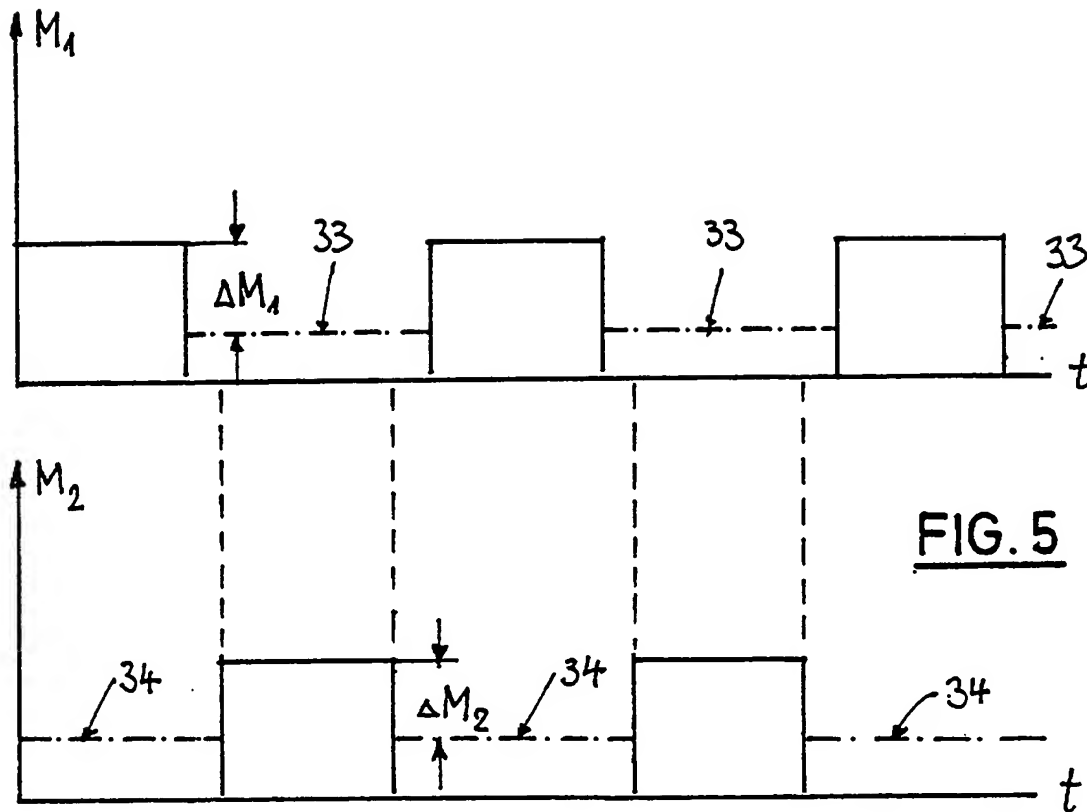


FIG. 1







**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.